

**PERANCANGAN PENGONTROLAN KECEPATAN MOTOR DC PADA
ELEVATOR BERBASIS FLC (*FUZZY LOGIC CONTROL*)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program Strata Satu (S-1)
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

Oleh :

ANDRE AHMAD ZULFAHMI

1610017111008



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

PADANG

2021

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, atas berkat rahmat Allah yang maha kuasa yang telah memberikan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **Perancangan Pengontrolan Kecepatan Motor DC Pada Elevator Berbasis FLC (*Fuzzy Logic Control*)**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang, yang disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Universitas Bung Hatta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan arahan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menuangkan ide dan pemikiran dalam penulisan skripsi ini.

Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

Mirza Zoni, ST, MT.

(Pembimbing I)

Dr. Ir. Hidayat MT, IPM.

(Pembimbing II)

Selain itu, dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, arahan, serta motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan terhadap penulis dalam meraih setiap cita-cita dan harapan.
2. Ibu Prof. Dr.Eng Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

3. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Arzul, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
5. Ibu Ir. Arnita, M.T selaku Penasehat Akademik.
6. Seluruh dosen dan pegawai Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
7. Saudara tercinta juga anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
8. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016 beserta senior dan junior yang telah memberikan semangat serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada kita semua. Untuk perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangunkan penulis terima dengan senang hati. Mudah –Mudahan skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis, umumnya bagi kita semua.

Padang,

Andre Ahmad Zulfahmi

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PENGUJI.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.. ..	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.. ..	I-4
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-6
2.1 Tinjauan Pustaka	II-6
2.2 Landasan Teori.....	II-8
2.2.1 Elevator.....	II-8
2.2.2 Motor DC.....	II-9
2.2.3 FLC (<i>Fuzzy Logic Control</i>).....	II-10
2.2.4 Sistem Kendali	II-11
2.2.4.1 Pengertian Sistem Kendali	II-11
2.2.4.2 Komponen Sistem Kendali	II-11
2.2.4.3 Sistem Kendali Loop Terbuka	II-13
2.2.4.4 Sistem Kendali Loop Tertutup.....	II-13
2.2.5 Pengendali Logika <i>Fuzzy</i>	II-15

2.2.5.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	II-15
2.2.5.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	II-16
2.2.5.3 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	II-18
2.2.6 Sistem Kontrol <i>Fuzzy</i>	II-18
2.2.7 Arduino	II-20
2.3 Hipotesis.....	II-25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-26
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-27
3.1.1 Alat Penelitian.....	III-27
3.1.2 Bahan Penelitian.....	III-29
3.2 Alur Penelitian	III-37
3.3 Gambar Perancangan Alat.....	III-39
3.4 Perancangan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	III-42
3.4.1 Fuzzyfikasi	III-44
3.4.2 Rule Based	III-45
3.4.3 Defuzifikasi	III-46
3.5 Sistem Keseluruhan Alat.....	III-47
3.6 Deskripsi Sistem dan Analisis.....	III-47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-49
4.1 Deskripsi Penelitian	IV-49
4.2 Pengujian Komponen	IV-49
4.2.1 Pengujian Catu Daya.....	IV-49
4.2.2 Pengujian Arduino Mega 2560	IV-50
4.2.3 Pengujian Sensor Ultrasonik	IV-53
4.2.4 Pengujian LCD 16x2.....	IV-55
4.2.5 Pengujian Sensor Magnet (<i>Hall Effect</i>).....	IV-57
4.2.6 Pengujian Push Button	IV-60
4.2.7 Pengujian Motor Driver H-Bridge BT 7960	IV-61
4.2.8 Pembacaan Kecepatan Putaran Motor DC	IV-70
4.3 Perancangan <i>Fuzzy Logic Controller</i>	IV-71
4.3.1 Menentukan Himpunan dan Output <i>Fuzzy</i>	IV-72
4.3.1.1 Fungsi Keanggotaan Input <i>Error Fuzzy</i>	IV-72

4.3.1.2	Fungsi Keanggotaan Input delta <i>Error Fuzzy</i> ..	IV-73
4.3.1.3	Fungsi Keanggotaan <i>Output</i>	IV-74
4.3.2	Menerapkan Operator <i>Fuzzy</i>	IV-76
4.3.3	Menentukan Fungsi Implikasi.....	IV-77
4.3.4	Defuzifikasi (penegasan).....	IV-80
4.4	Hasil Implementasi <i>Fuzzy Logic Controller</i>	IV-82
4.4.1	Pengujian dengan Setpoint Tanpa Beban.....	IV-82
4.4.2	Pengujian Setpoint dengan Beban 0.....	IV-83
4.4.3	Pengujian Setpoint dengan Beban.....	IV-84
4.4.3.1	Hasil Respon Setpoint 25rpm beban 1kg.....	IV-84
4.4.3.2	Hasil Respon Setpoint 25rpm beban 2kg.....	IV-85
4.4.3.3	Hasil Respon Setpoint 25rpm beban 3kg.....	IV-85
4.4.3.4	Hasil Respon Setpoint 30rpm beban 1kg.....	IV-86
4.4.3.5	Hasil Respon Setpoint 30rpm beban 2kg.....	IV-86
4.4.3.6	Hasil Respon Setpoint 30rpm beban 3kg.....	IV-87
4.5	Analisa.....	IV-87
4.5.1	Analisa pada Setpoint Tanpa Beban	IV-87
4.5.1.1	Setpoint 25rpm.....	IV-88
4.5.1.2	Setpoint 30rpm.....	IV-90
4.5.2	Analisa pada Setpoint Beban 0	IV-92
4.5.2.1	Setpoint 25rpm saat naik turun	IV-92
4.5.2.2	Setpoint 30rpm saat naik turun	IV-94
4.5.3	Analisa pada Setpoint Beban 1kg, 2kg dan 3kg.....	IV-96
4.5.3.1	Setpoint 25rpm saat naik turun beban 1kg.....	IV-96
4.5.3.2	Setpoint 25rpm saat naik turun beban 2kg.....	IV-98
4.5.3.3	Setpoint 25rpm saat naik turun beban 3kg	IV-100
4.5.3.4	Setpoint 30rpm saat naik turun beban 1kg	IV-102
4.5.3.5	Setpoint 30rpm saat naik turun beban 2kg	IV-104
4.5.3.6	Setpoint 30rpm saat naik turun beban 3kg	IV-100
4.6	Data Keseluruhan Pengujian.....	IV-108
4.6.1	Pengujian Keseluruhan Setpoint 25rpm.....	IV-108
4.6.2	Analisa pada Setpoint Tanpa Beban.....	IV-109

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-111
5.1 Kesimpulan.....	V-111
5.2 Saran.....	V-112

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Ekuivalen Motor DC	II-9
Gambar 2.2	Diagram Blok Kendali Loop Terbuka.....	II-13
Gambar 2.3	Diagram Blok Kendali Loop Tertutup	II-13
Gambar 2.4	Kurva Respon Sistem Orde Pertama input step	II-14
Gambar 2.5	Kurva Respon Transien.....	II-14
Gambar 2.6	Kurva Respon Waktu naik	II-14
Gambar 2.7	Kurva Respon Waktu tunda	II-15
Gambar 2.8	Blok diagram <i>Fuzzy Logic Controller</i>	II-15
Gambar 2.9	Fungsi Keanggotaan Segitiga.....	II-16
Gambar 2.10	Fungsi Keanggotaan Trapesium.....	II-17
Gambar 2.11	Fungsi Keanggotaan Gaussian	II-17
Gambar 2.12	Sistem Kontrol <i>fuzzy</i>	II-19
Gambar 2.13	Pengalamatan Arduino	II-21
Gambar 2.14	Mikrokontroler Arduino Serial	II-22
Gambar 2.15	Mikrokontroler Arduino Mega.....	II-22
Gambar 2.16	Mikrokontroler Arduino FIO	II-23
Gambar 2.17	Mikrokontroler Arduino Lilypad	II-23
Gambar 2.18	Mikrokontroler Arduino BT.....	II-24
Gambar 2.19	Mikrokontroler Nano	II-24
Gambar 3.1	Laptop Acer.....	III-27
Gambar 3.2	Solder	III-28
Gambar 3.3	Timah	III-28
Gambar 3.4	Arduino Mega	III-29
Gambar 3.5	Arduino IDE.....	III-30
Gambar 3.6	Motor Power Window	III-31
Gambar 3.7	Driver Motor BTS7960	III-32
Gambar 3.8	Sensor Ultrasonik HC-SR04	III-33
Gambar 3.9	Sensor <i>Hall Effect</i>	III-34
Gambar 3.10	LCD 16x2.....	III-35

Gambar 3.11 Power Supply 12v 10A	III-36
Gambar 3.12 Rangka Besi Hollow	III-37
Gambar 3.13 Flowchart Metode Penelitian	III-38
Gambar 3.14 Dimensi Skema Perancangan Alat	III-42
Gambar 3.15 Blok Diagram Sistem Pada Plant Lift	III-43
Gambar 3.16 Variable error	III-44
Gambar 3.17 Variable derror	III-45
Gambar 3.18 Variable <i>Output</i>	III-46
Gambar 3.19 Sistem perancangan Alat secara keseluruhan	III-47
Gambar 4.1 Pengujian Tegangan input Catu Daya.....	IV-49
Gambar 4.2 Pengujian Tegangan output Catu Daya.....	IV-49
Gambar 4.3 Pengujian tegangan 5 Volt arduino Mega 2560.....	IV-50
Gambar 4.4 Pengujian tegangan 3.3 Volt arduino Mega 2560.....	IV-50
Gambar 4.5 Pengujian port digital arduino Mega 2560.....	IV-51
Gambar 4.6 Pengujian port Analog arduino Mega 2560	IV-51
Gambar 4.7 Pengujian pengukuran nilai tegangan pada Ultrasonik.....	IV-53
Gambar 4.8 Diagram pengawatan sensor ultrasonik dengan arduino.....	IV-54
Gambar 4.9 Listing program sensor Ultrasonik.....	IV-54
Gambar 4.10 Hasil pengukuran sensor ultrasonik (jarak).....	IV-55
Gambar 4.11 Pengukuran tegangan pada Lcd 16x2	IV-56
Gambar 4.12 Diagram pengawatan Lcd 16x2	IV-56
Gambar 4.13 Listing program lcd Pada Software Arduino IDE.....	IV-57
Gambar 4.14 Tampilan Lcd setelah diprogram	IV-57
Gambar 4.15 Diagram pengawatan sensor hall effect	IV-58
Gambar 4.16 Pengukuran tegangan dengan menggunakan multimeter.....	IV-58
Gambar 4.17 Hasil pengukuran Sensor Hall effect sebagai sensor kecepatan IV-60	
Gambar 4.18 Diagram pengawatan push button pada Arduino Mega.....	IV-60
Gambar 4.19 Pengukuran tegangan pada push button.....	IV-60
Gambar 4.20 Listing program push button	IV-61
Gambar 4.21 Diagram pengawatan Motor Driver pada Arduino Mega 2560	IV-62
Gambar 4.22 Hasil pengukuran motor driver pada arduino.....	IV-62

Gambar 4.23 Hasil pengukuran motor driver pada arduino.....	IV-64
Gambar 4.24 Hasil Pengukuran Input Motor Driver sebesar 12,05v.....	IV-64
Gambar 4.25 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM 0	IV-.65
Gambar 4.26 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM 50	IV-65
Gambar 4.27 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM100	IV-66
Gambar 4.28 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM150	IV-66
Gambar 4.29 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM200	IV-67
Gambar 4.30 Hasil Pengukuran Output Motor Driver dengan nilai PWM255	IV-67
Gambar 4.31 Pemodelan Himpunan <i>Fuzzy</i> pada variable Error	IV-72
Gambar 4.32 Pemodelan Himpunan <i>Fuzzy</i> pada variabel dError	IV-73
Gambar 4.33 Fungsi keanggotaan <i>Output Fuzzy</i>	IV-74
Gambar 4.34 Respon Setpoint 25rpm putaran Motor DC arah kanan dan kiri	IV-82
Gambar 4.35 Respon Setpoint 30rpm putaran Motor DC arah kanan dan kiri	IV-83
Gambar 4.36 Respon Setpoint 25rpm beban 0 saat naik dan turun	IV-83
Gambar 4.37 Respon Setpoint 30rpm beban 0 saat naik dan turun	IV-84
Gambar 4.38 Respon Setpoint 25rpm beban 1kg saat naik dan turun	IV-84
Gambar 4.39 Respon Setpoint 25rpm beban 2kg saat naik dan turun	IV-85
Gambar 4.40 Respon Setpoint 25rpm beban 3kg saat naik dan turun	IV-85
Gambar 4.41 Respon Setpoint 30rpm beban 1kg saat naik dan turun	IV-86
Gambar 4.42 Respon Setpoint 30rpm beban 2kg saat naik dan turun	IV-86
Gambar 4.43 Respon Setpoint 30rpm beban 3kg saat naik dan turun	IV-87
Gambar 4.44 Respon setpoint 25rpm.....	IV-88
Gambar 4.45 Respon setpoint 25rpm.....	IV-89
Gambar 4.46 Respon Setpoint 30rpm	IV-90
Gambar 4.47 Respon Setpoint 30rpm	IV-91
Gambar 4.48 Respon Setpoint 25rpm saat naik	IV-92
Gambar 4.49 Respon Setpoint 25rpm saat turun	IV-93
Gambar 4.50 Respon Setpoint 30rpm saat naik	IV-94
Gambar 4.51 Respon Setpoint 30rpm saat turun	IV-95
Gambar 4.52 Respon setpoint 25rpm saat naik beban 1kg	IV-96

Gambar 4.53 Respon setpoint 25rpm saat turun beban 1kg	IV-97
Gambar 4.54 Respon Setpoin 25rpm saat naik beban 2kg	IV-98
Gambar 4.55 Respon Setpoin 25rpm saat turun beban 2kg.....	IV-99
Gambar 4.56 Respon Setpoin 25rpm saat naik beban 3kg.....	IV-100
Gambar 4.57 Respon Setpoin 25rpm saat turun beban 3kg.....	IV-101
Gambar 4.58 Respon Setpoin 30rpm saat naik beban 1kg.....	IV-102
Gambar 4.59 Respon Setpoin 30rpm saat turun beban 1kg.....	IV-103
Gambar 4.60 Respon Setpoin 30rpm saat naik beban 2kg.....	IV-104
Gambar 4.61 Respon Setpoin 30rpm saat turun beban 2kg.....	IV-105
Gambar 4.62 Respon Setpoin 30rpm saat naik beban 3kg.....	IV-106
Gambar 4.63 Respon Setpoin 30rpm saat turun beban 3kg.....	IV-107

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Arduino Mega2560.....	III-29
Tabel 3.2	Spesifikasi Driver Motor BTS7960	III-31
Tabel 3.3	Fungsi Kontrol Input Motor Driver.....	III-32
Tabel 3.4	Spesifikasi Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	III-33
Tabel 3.5	Spesifikasi Sensor Hall Effect.....	III-34
Tabel 3.6	Spesifikasi LCD 16x2	III-35
Tabel 3.7	Matriks Fuzzy Rule Based	III-45
Tabel 4.1	Hasil pengujian catu daya	IV-49
Tabel 4.2	Pengujian tegangan output 5 volt arduino Mega 2560	IV-51
Tabel 4.3	Pengujian tegangan output 3.3 volt arduino Mega 2560	IV-52
Tabel 4.4	Hasil pengukuran port digital arduino Mega 2560	IV-52
Tabel 4.5	Hasil pengukuran port analog arduino mega.....	IV- 52
Tabel 4.6	Hasil pengukuran tegangan pada ultrasonik	IV-53
Tabel 4.7	Hasil pengukuran tegangan pada Lcd 16x2.....	IV- 56
Tabel 4.8	Hasil pengukuran tegangan pada <i>Hall Effect</i> sensor.....	IV- 58
Tabel 4.9	Hasil pengukuran tegangan pada push button.....	IV- 61
Tabel 4.10	Hasil pengukuran tegangan pada motor driver dengan arduin	IV- 62
Tabel 4.11	Hasil pengukuran tegangan pada motor driver saat beroperasi berdasarkan Nilai PWM.....	IV-68
Tabel 4.12	Hasil perbandingan nilai tegangan secara teoritis dan pembacaan digital.....	IV- 70
Tabel 4.13	Hasil pembacaan kecepatan Motor DC menggunakan sensor Hall Effect	IV-70
Tabel 4.14	Matriks Rule Base Lift dengan Pengendali Logika <i>Fuzzy</i>	IV-75
Tabel 4.15	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm arah kanan	IV-88
Tabel 4.16	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm arah kiri	IV-89
Tabel 4.17	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm arah kanan	IV-90
Tabel 4.18	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm arah kiri	IV-91

Tabel 4.19	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm saat naik.....	IV-93
Tabel 4.20	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm saat turun	IV-93
Tabel 4.21	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm saat naik.....	IV-95
Tabel 4.22	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm saat turun	IV-95
Tabel 4.23	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 1kg naik	IV-97
Tabel 4.24	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 1kg turun.....	IV-98
Tabel 4.25	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 2kg naik	IV-99
Tabel 4.26	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 2kg turun....	IV-100
Tabel 4.27	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 3kg naik.....	IV-101
Tabel 4.28	Parameter Respon Sistem Setpoint 25rpm beban 3kg turun....	IV-102
Tabel 4.29	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 1kg naik.....	IV-103
Tabel 4.30	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 1kg turun....	IV-104
Tabel 4.31	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 2kg naik.....	IV-105
Tabel 4.32	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 2kg turun....	IV-106
Tabel 4.33	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 3kg naik.....	IV-107
Tabel 4.34	Parameter Respon Sistem Setpoint 30rpm beban 3kg turun....	IV-108
Tabel 4.35	Pengujian Keseluruhan setpoint 25rpm.....	IV-108
Tabel 4.36	Pengujian Keseluruhan setpoint 30rpm.....	IV-109